

**PERBEDAAN KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMBUBUTAN
TIRUS MENGGUNAKAN METODE KEPALA LEPAS
DENGAN VARIASI SUDUT POTONG**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

**NOVRI ARYU ASMAL
1302480/2013**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

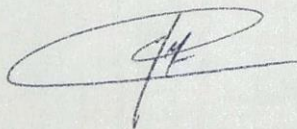
PERBEDAAN KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMBUBUTAN TIRUS MENGGUNAKAN METODE KEPALA LEPAS DENGAN VARIASI SUDUT POTONG

Nama : Novri Aryu Asmal
NIM : 1302480/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 8 Mei 2017

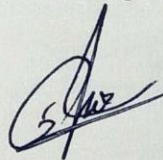
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Refdinal, M.T.
NIP.19590918 198510 1 001

Pembimbing II



Drs. Abd. Aziz, M.Pd.
NIP. 19620304 198602 1 001

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T.
NIP. 19690920 199802 1 001

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Perbedaan Kekasaran Permukaan Hasil
Pembubutan Tirus Menggunakan Metode Kepala
Lepas dengan Variasi Sudut Potong

Nama : Novri Aryu Asmal

TM / NIM : 2013 / 1302480

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

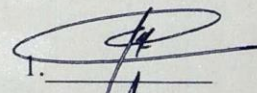
Padang, 8 Mei 2017

Tim Penguji

Nama Dosen Penguji

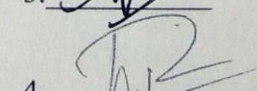
Tanda Tangan

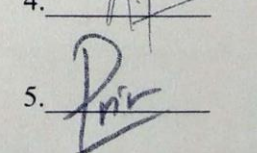
1. Ketua : Dr. Refdinal, M.T.
2. Sekretaris : Drs. Abd. Aziz, M.Pd.
3. Anggota : Dr. Ambiyar, M.Pd.
4. Anggota : Drs. Nofri Helmi, M.Kes.
5. Anggota : Primawati, S.Si., M.Si.

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

HALAMAN PERSEMBAHAN



"Dengan Nama Allah yang Maha Pengasih Maha Penyayang"

Bacalah dengan Menyebut Nama Tuhan-mu yang Menciptakan

Dia telah Menciptakan Manusia dari Segumpal Darah, bacalah dan Tuhan-mulah Yang Maha Mulia, yang Mengajar Manusia dengan Pena, dia Mengajarkan Manusia Apa yang tidak Diketahui-Nya. (Q.S Al-Alaq 1-5)

Tuhan (yang Memelihara) dua Timur dan Tuhan (yang Memelihara) dua Barat....Maka Nikmat Tuhan-mu yang Mana yang Kamu Dustakan...?? (Q-S Ar-Rahman 17-18)

"...Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat" (Q.S Al-Mujadalah: 11).

Allhamdulillahirabbil'alamin, kala usaha dan proses yang begitu panjang akhirnya sampai pada titik ini, sebuah karya mungil yang telah melewati pengorbanan dan penuh keringat yang luar biasa melelahkan dan pada akhirnya tugas akhir perkuliahan ini selesai, begitu baik cara Allah mendewasakan dalam melatih kesabaran, kegigihan, usaha hamba-Nya yang sesuai dengan usaha yang dilaksanakan.

"Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai (dari suatu masalah) kerjakanlah sungguh-sungguh (urusan yang lain) hanya kepada Tuhan.Mu hendaknya kamu berharap"(Q.S. Alm Nasyrat: 6-8).

.....Untuk IBU dan AYAH.....

Sepercik Kata tak dapat Terucap, Sebutir Do'a yang hendak Kurangkai, Ribuan Pujian untuk Butiran Keringat yang Berjatuhan, Lantunan Kata dan Perasaan yang hendak Engkau ucapkan dan Engkau Tahan demi ANAK-mu.

*"Untukmu IBU dan AYAH tak banyak yang dapat Q ucap dan Rasa Trima Kasih ini Sedikitpun tak dapat membalas Jerih payah yang telah Engkau berikan Agar anakmu dapat menyelesaikan sebuah Karya mungil demi Sebuah TOGA yang sangt Engkau Didambakan. Semoga ALLAh Selalu Menjadikanmu Orang Tua Terbaik Di Sisi-Nya nanti dengan menempatkanmu Di...SURGA-Nya..."
Aammüünnnn.*

Terima kasih juga kepada Ibu Guru & Bu Desfienora, SPd. Yang juga selalu mendo'akan dan memberikan dukunga moril dan materil kepadaku untuk bisa menyelesaikan kuliahku ini semoga Allah selalu melindungimu sekeluarga buk dan membalas semua kebaikanmu buk. Aamiin.

....Untuk Adikku Jadilah Wanita Islami Sholeh yang Cerdas yang Mebanggakan...

Untuk KU dan SAHABAT.....

Pergaulan dan Pertemanan adalah sebuah Cerita yang ku rangkai bersama orang-orang terbaik untuk sebuah Perjalanan Singkat yang Mempunyai Arti dan Cara Menikmati Hidup..."

TERIMA KASIH

UNTUK teman, sahabat, dan keluarga kecil fahmi, Q. Rosan, Heru, Anton, Alim, Arsana, Taufik, anggota Tiung 8 lainnya, Tiung 11, dan juga keluarga KSR PMI Unp, keluarga PPLK SMK, Permaka IX. yang telah banyak memberikan dorongan, motifasi, jasa, canda, tauva, rasa kebersamaan, pergaulan, arti sebuah keluarga dan arti sebuah pertemanan yang mungkin tidak bisa didapat di manapun di negeri ini yang tak kan pernah terlupakan.

Yang lagi berjuang terus semangat semoga kita semua jadi Orang sukses dan hamba Allah yang dirindukan oleh surganya kelak. Terima kasih semuanya ☺

Terima kasih juga kepada Kuda Besi yang selalu setia menemani ku kemanapun dan kapanpun aku mengajak jadilah terdepan selalu dan jadilah legenda dalam hidupku, dan juga kepada bidadari surge q semoga kita di persatukan dalam sebuah ikatan yang Syah setelah ini. Aamiin.

Ya Allah jadikan aku Hamba terbaik penghuni surga.Mu yang selalu di senangi dan dapat di banggakan Oleh semua orang yang selalu Rendah hati Jika Engkau melbihkan Ilmu kepadaku, Dermawan kepada semua orang. Aamiin.

Padang, 08.Mei 2017

Novri Aryu Asmal

130248

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang , Mei 2017
Yang menyatakan,



Novri Aryu Asmal

ABSTRAK

Novri Aryu Asmal (2013) : Perbedaan Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Tirus Menggunakan Metode Kepala Lepas dengan Variasi Sudut Potong.

Geometri Pahat bubut mempengaruhi kualitas hasil pembubutan benda kerja atau produk yang dihasilkan seperti kualitas kekasaran hasil pembubutan. Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengungkapkan perbedaan kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus menggunakan metode menggeser kepala lepas dengan variasi sudut potong pahat; (2) untuk mengetahui perbedaan sudut potong pahat berapakah yang menghasilkan kekasaran (kehalusan) permukaan yang lebih baik dalam proses pembubutan tirus.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Geometri pahat yang akan diteliti pada penelitian ini ialah sudut potong mayor (K_r) dan sudut potong minor (K'_r). Sudut potong mayor dan sudut potong minor yang digunakan pada penelitian ini adalah tiga variasi yaitu sudut potong mayor 70° , 85° , 63° ; sudut potong minor 20° , 22° dan 23° . Material pahat yang digunakan adalah pahat bubut *High Speed Steel* dan material benda baja karbon rendah.

Data hasil penelitian nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus yang didapat menggunakan sudut potong mayor dan sudut potong minor pada masing-masing benda yang diuji cobakan secara berurutan sebagai berikut sudut potong 70° dan 20° pada benda satu $8,89\ \mu\text{m}$, benda dua $8,06\ \mu\text{m}$, benda tiga $8,49\ \mu\text{m}$; pahat pada sudut 85° dan 22° pada benda satu $6,62\ \mu\text{m}$, benda dua $8,43\ \mu\text{m}$, benda tiga $7,27\ \mu\text{m}$; pahat pada sudut 63° dan 23° pada benda satu $6,99\ \mu\text{m}$, benda dua $6,47\ \mu\text{m}$, benda tiga $6,72\ \mu\text{m}$. Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran yang dihasilkan menggunakan pahat HSS pada baja karbon rendah dengan sudut potong 63° dan 23° ternyata menghasilkan nilai kekasaran pembubutan yang lebih halus dibandingkan pahat lainnya. Sehingga pahat bubut HSS dengan sudut 63° dan 23° dapat digunakan sebagai acuan pada pembubutan bahan baja karbon rendah.

Kata Kunci: *Pahat HSS, Sudut Potong, Kekasaran dan Baja Karbon Rendah.*

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur peneliti ucapkan kehadiran Allah Subhana Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya serta hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan pada peneliti, sehingga telah dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Perbedaan Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Tirus Menggunakan Metode Kepala Lepas dengan Variasi Sudut Potong”**. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan Allah Subhanahu Wa Ta'ala kepada Nabi Muhammad Solallahu Alaihi Wasallam yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliah menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan dan berakhlak baik seperti sekarang ini.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan program S1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

1. Bapak Dr. Refdinal, M.T. selaku Pembimbing I yang selalu bersedia meluangkan waktunya membimbing peneliti untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Abd. Aziz, M.Pd. selaku Pembimbing II yang selalu bersedia meluangkan waktunya membimbing peneliti untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ambiyar, M.Pd. selaku dosen penguji I.
4. Bapak Drs. Nofri Helmi, M.Kes. selaku dosen penguji II.

5. Ibu Primawati, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji III.
6. Bapak Dr. Ramli, M.Pd. selaku penasehat akademik.
7. Bapak Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Drs. Syahrul, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
9. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
10. Ayahanda dan Ibunda tercinta serta Adik yang peneliti sayangi yang terus memberi dukungan dan selalu mendoakan, memotivasi agar cepat menyelesaikan studi di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
11. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT-UNP serta semua pihak yang telah ikut memberikan dorongan demi menyelesaikan skripsi ini.

Semoga segala bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada peneliti mendapatkan balasan dari Allah Subhanawata'ala, Aamiin.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Atas kritik dan sarannya peneliti ucapkan terima kasih. Harapan peneliti semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi peneliti dan pembaca.

Padang, Mei 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.....	7

F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Klasifikasi Proses Pemesinan	9
B. Proses Membubut (<i>Turning</i>).....	11
C. Geometri Pahat	19
D. Parameter Pemotongan Mesin Bubut	37
E. Pengukuran Kekasaran Permukaan	42
F. Bahan Benda Kerja (Baja Karbon).....	52
G. Penelitian yang Relevan.....	54
H. Kerangka Berfikir	56
I. Pertanyaan Penelitian	58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	59
A. Metode Penelitian.....	59
B. Waktu dan Tempat.....	60
C. Objek Penelitian	60
D. Jenis dan Sumber Data.....	61
E. Alat dan Bahan	61
F. Metode Pelaksanaan.....	63
G. Instrumen Pengumpulan Data.....	71
H. Teknik Analisis Data.....	72
I. Prosedur Penelitian.....	73
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	74

A. Data Hasil Pengujian	74
B. Pembahasan Hasil Pengujian.....	76
C. Keterbatasan Penelitian	81
BAB V PENUTUP	82
A. Kesimpulan.....	82
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84
DAFTAR LAMPIRAN.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Klasifikasi Pemesinan Menurut Jenis Gerak Relatif Pahat/Perkakas Potong terhadap Benda Kerja.....	9
2. Contoh Proses Pemesinan Beserta Bentuk Pahatnya.....	10
3. Pergeseran Kepala Lepas.....	14
4. Pergeseran Eretan Atas.....	16
5. Pembubutan Tirus dengan <i>Tapper attachment</i>	17
6. Bidang P_r Berpotongan dengan Bidang A_y , Sudut yang Terbentuk Dapat Diukur pada Bidang ke Tiga yang Bermacam-macam (P_p , P_g , P_o , atau P_f) Sehingga Harga Sudutnya Bermacam-macam (Y_p , Y_g , Y_o , atau Y_f).....	21
7. Bagian-bagian dari Pahat (Pahat Bubut).....	24
8. Pengaruh Sudut Miring terhadap Arah Aliran Geram.....	29
9. Pengaruh Sudut k_r terhadap Gaya Radial F_x	30
10. Macam – macam Pahat Bubut.....	33
11. Bentuk Tingkat Kekasaran Permukaan Benda.....	44
12. Profil Suatu Permukaan.....	44
13. Kedalaman Total dan Kedalaman Perataan.....	45
14. Menentukan Kekasaran Rata-rata R_a	46
15. Menentukan Kekasaran Rata-rata dari Puncak ke Lembah, R_z	47

16. Simbol Spesifikasi Permukaan.....	48
17. Kerangka Berfikir.....	57
18. Gambar Spesimen.....	62
19. Titik Pengujian Kekasaran.....	70
20. Diagram Penelitian.....	73
21. Grafik Kekasaran Rata-rata Spesimen.....	77
22. Grafik Kekasaran Berdasarkan Titik Pengujian.....	79
23. Grafik Rata-rata Kekasaran Berdasarkan Bentuk Pahat dan Rata-rata Kekasaran Titik Pengujian.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ikhtisar Defenisi Sudut Pahat.....	25
2. Harga Radius Pojok yang Dianjurkan Sesuai dengan Kedalaman Potong yang Dipilih.....	33
3. Contoh Klasifikasi Pahat HSS menurut Komposisinya.....	35
4. <i>Cutting Speed</i> dan <i>Feed</i> untuk Pahat Bubut HSS.....	38
5. Hubungan Kedalaman Pemotongan dengan <i>Feeding</i>	42
6. Toleransi Harga Kekasaran Rata-rata Ra.....	47
7. Toleransi Suatu Produk.....	51
8. Hubungan antara Proses Pembuatan, Kualitas Toleransi & Kelas Kekasaran Permukaan.....	51
9. Parameter Pemotongan Penelitian.....	67
10. Data Hasil Pengujian Kekasaran.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Pengujian.....	86
2. Dokumentasi Penelitian.....	89
3. Lembaran Konsultasi Pembimbing.....	93
4. Surat Izin Pemakaian Alat.....	96
5. Gambar Pahat Beserta Sudut yang Digunakan.....	98
6. Rumus Sudut Pahat.....	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas. Sebagaimana diketahui mesin-mesin tersebut sangat berperan dalam pembuatan suatu produk (komponen) yang mempunyai nilai jual dan kegunaan yang tinggi di masyarakat. Selain industri maupun perusahaan kecil lainnya, Instansi Sekolah maupun Perguruan Tinggi juga menggunakan mesin-mesin tersebut sebagai pelatihan dan bahkan juga menghasilkan sebuah produk.

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan untuk alat produksi. Dalam Proses pembubutan harus memiliki perhitungan dan perencanaan yang baik, supaya benda kerja atau komponen yang di hasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian pada proses pembubutan juga akan dinilai hasil produk yang dikerjakan seperti ketepatan ukuran dan juga yang terpenting sekali tingkat kehalusan dari produk tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk hasil pembubutan adalah kondisi pemotongan (*cutting condition*) dan geometri pahat (Taufik Rochim, 1993:9) diantaranya : *Feeding* (F), *Cutting speed* (Cs), Kecepatan putaran mesin (rpm), Geometri pahat bubut, Kedalaman pemotongan.

Geometri pahat merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi hasil produksi, serta pemakaian standarisasi kecepatan potong dan sudut pemotongan

kemungkinan akan didapat hasil kekasaran yang sesuai. Geometri pahat tersebut adalah Sudut bebas *orthogonal*, Sudut geram *orthogonal*, Sudut miring, Sudut potong utama, Sudut potong bantu, Radius pojok (Taufiq Rochim, 1985:107). Semua sudut tersebut sangat berpengaruh pada hasil pembubutan. Sudut pahat yang sangat mempengaruhi kualitas kekasaran permukaan benda kerja adalah sudut potong utama, sudut potong bantu dan radius pojok pahat. Sudut potong utama mempunyai peran antara lain:

- Menentukan lebar dan tebal geram sebelum terpotong.
- Menentukan panjang mata potong yang aktif atau panjang kontak antara geram dengan bidang geram pahat.
- Menentukan besarnya gaya radial

Untuk kedalaman potong dan gerak potong yang tetap, maka dengan memperkecil sudut potong utama akan menurunkan tebal geram sebelum terpotong dan menaikkan lebar geram. Akan tetapi, pemakaian sudut potong utama yang kecil tidak selalu menguntungkan sebab akan menaikkan gaya radial. Gaya radial yang besar mungkin menyebabkan lenturan yang terlalu besar ataupun getaran (*chatter*) sehingga menurunkan ketelitian geometris produk dan hasil pemotongan terlalu kasar. Tergantung pada kekakuan (*stiffness*) benda kerja dan pahat serta metode pencekaman benda kerja serta sudut akhir/geometri benda kerja, maka operator mesin dapat memilih pahat dengan sudut potong mayor yang cocok atau dengan mengubah sudut penempatan datar sehingga sudut kerja dapat diubah sampai mendapat harga yang optimum.

Sedangkan Orientasi dari bidang potong bantu terhadap permukaan benda kerja yang telah terpotong ditentukan oleh sudut potong minor dan sudut bebas minor apabila sudut bebas minor cukup besar untuk mengurangi gesekan, pada prinsipnya sudut potong minor dapat dipilih sekecil mungkin karena selain memperkuat ujung pahat (sudut ujung diperbesar) maka kehalusan produk dapat dipertinggi.

Radius pojok berfungsi untuk memperkuat ujung pertemuan antara mata potong utama dengan mata potong minor dan selain menentukan kehalusan permukaan hasil pemotongan. Semakin besar penampang geram maka pojok pahat harus dipilih lebih kuat. Semakin besar radius pojok yang dipilih maka kehalusan permukaan mungkin akan dipertinggi.

Jadi sudut potong juga sangat mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Apabila sudut potong tidak diperhitungkan, maka akan terjadi gesekan antara pahat dengan permukaan benda kerja yang telah terpotong yang akan membuat permukaan benda kerja menjadi kasar. Jika sudut potong tidak dipertimbangkan maka tebal dan lebar geram yang terpotong menjadi tinggi. Apabila geram terpotong terlalu tebal maka akan menjadi beban yang membuat proses penyayatan benda tidak maksimal.

Selain itu untuk menilai suatu kekasaran dan kehalusan suatu produk juga ada standar kekasaran yaitu dengan simbol mulai dari yang paling halus sampai kasar N1 – N12.

Tetapi yang terjadi di Perusahaan Industri besar dan Instansi Kejuruan sudut-sudut pahat tersebut kurang diperhatikan, sehingga banyak benda kerja

yang dihasilkan menjadi kasar. Untuk memperhalus permukaan benda kerja operator sering merubah parameter pemotongan dari yang telah direncanakan dan mengampelas benda kerja agar tingkat kehalusan yang diminta dapat terpenuhi. Padahal dalam proses pembubutan tidak ada prosedur untuk mengampelas sebab tingkat keselamatan kerjanya sangat rendah.

Salah satu dari pekerjaan pemesinan dengan menggunakan mesin bubut adalah membubut tirus yaitu suatu benda yang mempunyai perbedaan ukuran seperti kerucut dengan kemiringan sudut yang telah ditetapkan. Ada tiga cara untuk membubut benda kerja tirus ini, yaitu:

1. Membubut tirus dengan menggeser eretan atas.
2. Membubut tirus dengan menggeser kepala lepas/*tail stock*.
3. Membubut tirus dengan alat khusus *tapper attachment*.

Dari ketiga cara di atas masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri. Kekurangan metode membubut tirus dengan menggeser eretan atas yaitu tidak bisa dengan otomatis dan tidak dapat membubut tirus yang panjang dibandingkan dengan menggunakan kepala lepas dan *tapper attachment*, tetapi dengan kepala lepas dan *tapper attachment* hanya bisa membubut tirus yang relatif kecil. Kelebihan membubut tirus dengan eretan atas dapat membubut tirus dengan sudut yang cukup besar, dan kelebihan dari membubut tirus dengan kepala lepas dan *tapper attachment* bisa otomatis serta dapat membubut tirus yang relatif panjang.

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas maka peneliti ingin melakukan penelitian pada **“Perbedaan Kekasaran Permukaan**

Menggunakan Metode Kepala Lepas pada Pembubutan Tirus dengan Variasi Sudut Potong pada Pahat HSS pada Baja Karbon Rendah”, dengan alasan bahwa sudut potong pahat yang digunakan pada proses pembubutan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan sewaktu praktek membubut baik oleh peneliti sendiri maupun yang pernah peneliti lihat sebelumnya kemudian juga berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu pada pembubutan rata/datar, maka peneliti ingin melakukan penelitian pada pembubutan tirus apakah juga terdapat pengaruh sudut potong atau tidak akan peneliti buktikan pada penelitian ini dengan menggunakan satu buah metode pembubutan tirus.

Dalam penelitian ini parameter pemotongan selalu konstan atau tetap dan yang divariasikan adalah sudut potong pahat. Sedangkan kecepatan potong dan *feeding* dikondisikan konstan sesuai dengan referensi teori.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi identifikasi masalah adalah sebagai berikut:

1. Sudut potong pahat kurang diperhatikan dan tidak sesuai standar atau tidak diperhitungkan pada proses pembubutan.
2. Belum diketahui kekasaran permukaan yang dihasilkan pada pembubutan tirus menggunakan metode menggeser kepala lepas dengan variasi sudut potong pahat.

3. Belum diketahui berapakah perbedaan variasi sudut potong pahat yang mempengaruhi perbedaan kekasaran permukaan tirus pada Baja Karbon Rendah.
4. Untuk memperhalus permukaan benda kerja operator sering merubah parameter pemotongan dari yang telah direncanakan dan mengampelas benda kerja agar tingkat kehalusan yang diminta dapat terpenuhi.
5. Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas tidak bisa dengan otomatis dan tidak dapat membubut tirus yang panjang dibandingkan dengan menggunakan kepala lepas dan *tapper attachment*, tetapi dengan kepala lepas dan *tapper attachment* hanya bisa membubut tirus yang relatif kecil.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan permasalahan dalam penelitian ini maka peneliti membatasi masalah dalam penelitian ini pada “perbedaan kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus menggunakan metode menggeser kepala lepas dengan sudut potong pahat yang bervariasi terhadap Baja Karbon Rendah”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka peneliti merumuskan masalah penelitian ini yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan kekasaran permukaan menggunakan metode pembubutan tirus menggeser kepala lepas dengan variasi sudut potong pahat?
2. Apakah terdapat perbedaan kekasaran permukaan dengan menggunakan sudut potong pahat yang bervariasi?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengungkapkan perbedaan kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus menggunakan metode menggeser kepala lepas dengan variasi sudut potong pahat.
2. Untuk mengetahui perbedaan sudut potong pahat berapakah yang menghasilkan kekasaran (kehalusan) permukaan yang lebih baik dalam proses pembubutan tirus.

F. Manfaat Penelitian

Bedasarkan tujuan di atas, maka penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. Memberikan informasi kepada operator untuk *setting* putaran *spidle*, gerak makan dan ketebalan pemotongan serta sudut potong pahat yang sesuai sehingga mampu menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.
2. Menambah ilmu pengetahuan bagi para peneliti selanjutnya bahwa sudut alat potong pahat sangat berpengaruh terhadap pengerjaan pembubutan dan harus disesuaikan dengan jenis pengerjaannya.
3. Memberikan alternatif pemecahan masalah dalam menentukan sudut potong dan metode yang digunakan dalam pembuatan tirus yang sesuai sehingga dapat mencapai hasil yang maksimal.
4. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan pengetahuan tentang pengaruh variasi sudut potong pahat

terhadap tingkat kekasaran permukaan, pengaruhnya terhadap mata potong dan benda kerja pada proses pembubutan tirus dengan mnggeser kepala lepas.

5. Sebagai informasi tambahan dalam melaksanakan kerja di dunia usaha atau dunia industri dan dapat menambah pengetahuan bagi para pembaca bahwa geometri alat potong harus sesuai dengan jenis pengerjaan pembubutan khususnya bagi mahasiswa Teknik Mesin FT-UNP.

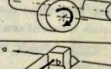
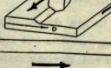
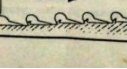
BAB II

KAJIAN TEORI

A. Klasifikasi Proses Pemesinan

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap terbentuk menjadi yang dikehendaki. Pahat tersebut di pasangkan pada suatu jenis mesin perkakas dan merupakan salah satu dari berbagai jenis pahat/perkakas potong yang disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Untuk sementara, dapat kita klasifikasikan dua jenis pahat yaitu pahat bermata potong tunggal (*single points cutting tools*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple points cutting tools*), Taufiq Rochim (1985:7).

Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan, maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan, yaitu (lihat gambar 1):

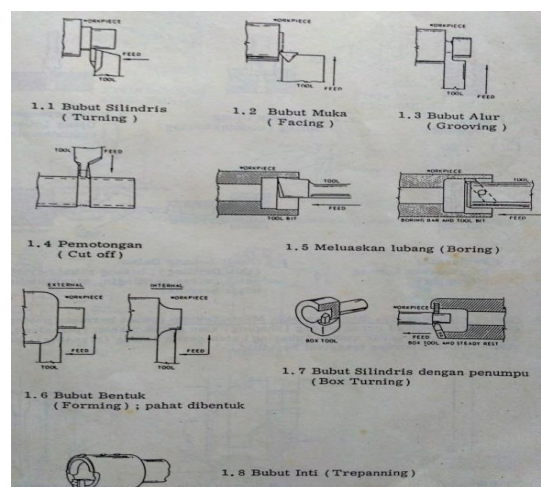
jenis proses		gerak potong	gerak makan
membubut		benda kerja m / min	pahat mm / min
menggurdi		pahat m / min	pahat mm / min
mengefreis		pahat m / min	benda kerja mm / min
mengerinda rata		pahat m / s	benda kerja
mengerinda silindris		pahat m / s	benda kerja 1 & 2
sekrup meja (a) sekrup (b)		a benda kerja b pahat m / min	a pahat b benda kerja
memarut dan menggergaji		pahat m / min	

Gambar 1. Klasifikasi Pemesinan Menurut Jenis Gerak Relatif Pahat/Perkakas Potong Terhadap Benda Kerja. (Taufiq Rochim, 1985:8)

Selain itu ditinjau dari segi gerakan dan segi mesin yang digunakan proses pemesinan dapat diklasifikasikan berdasarkan proses terbentuknya permukaan (proses generasi permukaan/*surface generation*). Dalam hal ini proses tersebut dikelompokkan dalam dua garis besar proses yaitu:

- Generasi permukaan silindris/konis.
- Generasi permukaan rata/lurus dengan atau tanpa putaran benda kerja.

Kemudian proses yang biasa dilakukan pada Mesin Bubut (pahat bermata potong tunggal, gerak potong berupa putaran benda kerja dan gerak makan berupa gerak translasi pahat) dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Contoh Proses Pemesinan Beserta Bentuk Pahatnya.
(Taufiq Rochim, 1985:11)

Dalam setiap proses yang ditinjau diperkenalkan dua sudut pahat yang penting yaitu sudut potong utama (*principal cutting edge angle*) dan sudut geram (*rake angle*). Sudut-sudut tersebut mempengaruhi penampang geram yang memegang peranan dalam penentuan gaya pemotongan serta umur pahat, (Taufiq Rochim, 1985:16).

B. Proses Membubut (*Turning*)

1. Pengertian Mesin Bubut

Menurut Wirawan Sumbodo (2008:273) “Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut”.

Mesin bubut digunakan untuk mengerjakan bidang silinder, luar dan dalam, masing-masing membubut lurus dan mengebor, demikian pula bidang rata (membubut rata), juga untuk mengerjakan bidang tirus (kerucut) dan berbentuk lengkung (bola) dan membubut ulir sekrup, Daryanto (1996:58). Dapat penulis simpulkan Jadi mesin bubut merupakan suatu mesin yang memutar benda yang disayatnya dan di sayat oleh sebuah pahat yang berbentuk sedemikian rupa dan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

2. Prinsip Kerja Mesin Bubut

Pada prinsipnya proses pengerjaan dengan mesin bubut yaitu benda kerja terpasang pada *chuck* yang terhubung dengan spindel mesin, kemudian spindel memutar benda kerja sesuai dengan kecepatan yang telah ditentukan yang disayat oleh sebuah alat potong, benda kerja berputar dan alat potong bergerak maju untuk menyayat. Pada proses pembubutan agar pahat dapat menyayat benda kerja maka harus ada empat elemen pemesinan (parameter pemotongan), yaitu *cutting speed*, putaran mesin, *feeding*, dan tebal penyayatan.

3. Bagian – Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian – bagian utama dari mesin bubut adalah: alas mesin, kepala tetap, kepala lepas, eretan dan mekanik percepatan (Daryanto 1996:9).

a. Alas Mesin

Yang dimaksud dengan alas mesin adalah kerangka utama mesin bubut, yang diatas kerangka tersebut eretan serta kepala lepas bertumpu serta bergerak, adapun alur alas mesin berbentuk V, datar/rata.

b. Kepala Tetap

Di dalam kepala tetap, spindel utama terpasang pada bantalan, fungsinya untuk memindahkan putaran ke benda kerja, spindel harus terpasang kuat dan terbuat dari baja yang kuat, pada umumnya bagian dalam spindel dibuat berlubang.

c. Kepala Lepas

Kepala lepas dipakai sebagai penyangga benda kerja yang panjang, mengebor dan meluaskan lubang (*reamer*), kepala lepas dilengkapi dengan kerucut (*morse*), gunanya untuk memasang alat-alat yang akan dipasang pada kepala lepas seperti: bor, *reamer*, senter jalan dan lain-lain. Kepala lepas dapat diangkat dari alas mesin (*bed*) dan dapat dipasang terkunci dengan baut pengikat, roda pada kepala lepas dapat dipakai untuk menggerakkan konis, dengan konis itu selubung (*sleeve*) dapat terkunci, dan ada juga selubungnya digerakan dengan hidrolis atau kompresor udara, untuk ini tekanan pada benda kerja sama rata.

d. Eretan

Eretan terdiri dari sadel/pelana, eretan melintang, eretan kombinasi, pemegang pahat, kotak apron (kotak mekanik pengatur). Eretan adalah penopang utama dan pembawa pahat bubut, yang dapat disetel.

e. Mekanik Percepatan

Poros pembuat ulir (*lead screw*) hanya dipakai untuk membuat ulir, dari kepala tetap, *lead screw* ini digerakan melalui peti roda gigi (*gear box*) apabila mur setengah (*half nut*) yang mencekam poros itu dihubungkan oleh tuas penghubung maka poros berulir menggerakan eretan dengan arah memanjang terdiri dari poros kecepatan (*feed shaft*), poros cacing (*worm*), tuas penghubung (*engagement lever*), batang gigi (*gear rack*), roda-roda gigi percepatan, ban penggerak mesin, kotak gigi percepatan.

4. Alat Perlengkapan Mesin Bubut

Pahat Bubut, Alat Pencekam Benda Kerja: Plat pembawa (*drive plate*), plat pembawa rata, pencekam tiga rahang (otomatis), pencekam empat rahang, Senter: Senter mati (tetap), dan senter hidup (jalan), Pembawa, Penyangga (kaca mata): penyangga jalan, penyangga tetap, kartel. Daryanto, (1996:16).

5. Metode Membubut Tirus

Menurut Husein Umar (2011:21) Metode merupakan suatu cara atau jalan pengaturan atau pemeriksaan sesuatu secara benar. Berarti dalam suatu

pekerjaan kita harus memiliki sebuah cara untuk menyelesaikannya, seperti contoh cara/metode pembuatan tirus berikut ini:

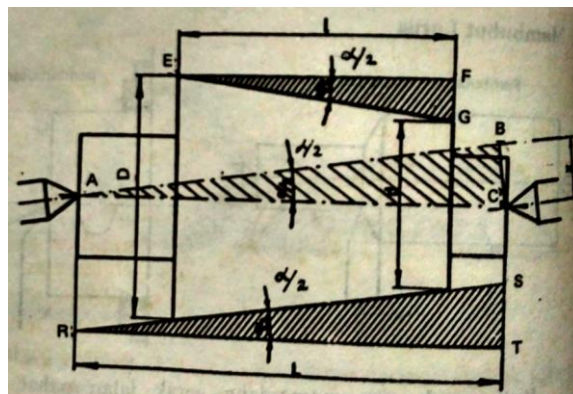
Menurut Daryanto (1996:23) cara membubut tirus (diameter yang satu dengan yang lain tidak sama) dapat dilakukan dengan tiga cara:

- a. Dengan menggeser posisi kepala lepas ke arah melintang
- b. Dengan menggeser sekian derajat eretan atas (penjepit pahat)
- c. Dengan memasang perkakas pembentuk (*tapper attachment*)

a. Menggeser posisi kepala lepas ke arah melintang

Dengan menggeser kepala lepas (*tail stock*), dengan cara ini proses pembubutan tirus dilakukan sama dengan proses membubut lurus dengan bantuan dua senter. Benda kerja tirus terbentuk karena sumbu kepala lepas tidak sejajar dengan sumbu kepala tetap. Untuk cara ini sebaiknya hanya untuk sudut tirus yang sangat kecil, karena apabila sudut tirus besar bisa merusak senter jalan yang dipasang pada kepala lepas.

Pergeseran secara melintang dari kepala lepas dapat di hitung dengan bagan berikut:



Gambar 3. Pergeseran Kepala Lepas (Daryanto, 1996:24)

Segitiga ABC sebangun dengan segitiga EFG, maka:

$$BC : AB = FG : EF$$

$$X : AB = \frac{1}{2} (D - d) : 1$$

Bila AB disamakan dengan L maka kesalahannya kecil sekali karena $\frac{1}{2} \alpha$ sama dengan kecil sekali, sehingga:

$$X : L = \frac{1}{2} (D - d); 1 \text{ maka :}$$

$$X = \frac{D-d}{2} \cdot L = L \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Dari bagan di atas ternyata : } X = L \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Pergeseran kepala lepas } X = \frac{L}{1} \cdot \frac{1}{2} (D - d)$$

Di mana:

L : panjang benda kerja seluruhnya

1 : panjang bagian yang tirus saja

D : diameter terbesar benda kerja

d : diameter terkecil benda kerja

Keuntungan membubut tirus dengan menggeser kepala lepas, antara lain:

1. Dapat digunakan untuk membubut tirus yang panjang.
2. Pembubutan dapat dilakukan secara otomatis, sehingga pembubutan dapat halus.

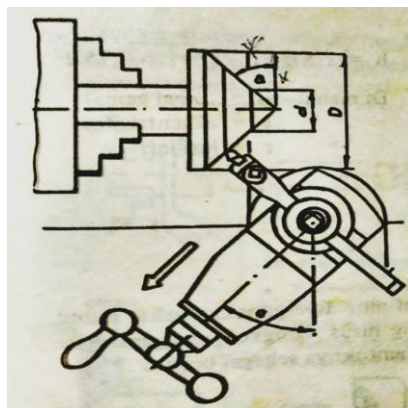
Sedangkan kekurangan dari pembubutan tirus dengan menggeser kepala lepas adalah:

1. Karena dilakukan dengan menggeser kepala lepas sehingga penumpuan benda kerja menjadi buruk, apalagi untuk sudut-sudut besar mengakibatkan keamanan berkurang atau berbahaya pada saat pembubutan.
2. Sudut yang terbentuk kecil, besarnya pergeseran hanya boleh sampai $\frac{1}{50}$ dari panjang benda kerja.

b. Memiringkan eretan atas sekian derajat

Dengan memiringkan eretan atas pada sudut tertentu, gerakan pahat (pemakanan) dilakukan secara manual (memutar handel eretan atas). Pengerjaan dengan cara ini memakan waktu cukup lama, karena gerakan pahat kembali relatif lama (ulir eretan atas kisarnya lebih kecil dari pada ulir *transportir*).

Membubut Tirus dengan menggunakan eretan atas adalah seperti gambar berikut:



Gambar 4. Pergeseran Eretan Atas (Daryanto, 1996:25)

Dengan rumus:

$$\text{Tg } a = \frac{\frac{1}{2} (D-d)}{p} \text{ atau } \text{Tg } a = \frac{(D-d)}{2p} \quad (\text{Daryanto, 1996:25})$$

Di mana:

a : sudut pergeseran eretan atas

D : diameter terbesar

d : diameter terkecil

p : panjang bagian tirus

Kelebihannya dapat membubut tirus dengan tirus yang relatif besar, sebesar pergeseran eretan atas.

Kekurangan dari pembuatan tirus dengan memiringkan eretan atas ini adalah hanya cocok untuk tirus-tirus yang pendek, karena pemotongannya manual dan panjang eretan atas sangat terbatas.

c. Membubut tirus dengan perlengkapan tirus (*tapper attachment*)

Membubut tirus dengan *tapper attachment* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Pembubutan Tirus dengan *Tapper Attachment*,
([Http://www.achmadarifin.com/pemesinan/3-cara-membuat-poros-tirus-denga-mesin-bubut](http://www.achmadarifin.com/pemesinan/3-cara-membuat-poros-tirus-denga-mesin-bubut)).

Pembubutan tirus cara ini dilakukan dengan memasang *tapper attachment* atau kadang disebut juga mistar konis. *Tapper attachment* dipasang pada sisi belakang bangku mesin bubut berupa sebuah rel penuntun yang dihubungkan dengan eretan lintang yang dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan tirus yang diinginkan.

Benda kerja dicekam secara normal pada senter kepala tetap seperti pada pembubutan lurus. Pada awal pengerjaan, setting pahat dilakukan dengan cara mendekatkan pahat bubut ke benda kerja dengan memutar eretan atas. Selanjutnya mur pada poros ulir eretan lintang tersebut dikencangkan pada badan luncur mistar penuntun *tapper attachment* dengan sekrup. Hal ini akan menghasilkan suatu hubungan engsel antara eretan lintang dengan badan luncur. Apabila pembubutan dilakukan secara otomatis, maka badan luncur akan bergerak sepanjang mistar penuntun tersebut dan memaksa eretan lintang bergerak sesuai dengan sudut tirus yang diinginkan.

Besarnya sudut yang digunakan pada *tapper attachment* dapat dihitung berdasarkan rumus yang sama dengan perhitungan sudut pada pembubutan dengan pergeseran eretan lintang.

Menggunakan rumus:

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{(D-d)}{2p} \quad (\text{Daryanto, 1996:27})$$

Di mana:

α : sudut *tapper attachment*

D : diameter terbesar

d : diameter terkecil

p : panjang bagian tirus

Keuntungan membubut tirus dengan metode ini adalah, :

1. Penumpuan benda kerja dengan senter dapat dilakukan dengan baik.
2. Penyetelan sudut tirus dapat dilakukan dengan mudah.
3. Pembubutan dapat dilakukan dengan otomatis sehingga hasilnya lebih baik.
4. Tidak membuang waktu penyetelan.
5. Sebelum atau sesudah membubut tirus dapat dilakukan pembubutan memanjang atau bidang.
6. Memungkinkan untuk pembubutan tirus dalam maupun luar.

Kekurangannya panjang tirus dengan metode ini dibatasi oleh panjang mistar penuntun tirus.

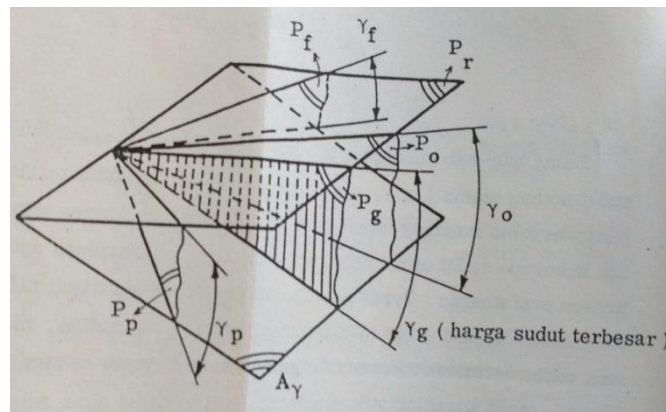
C. Geometri Pahat

Menurut Taufiq Rochim, (1985:61) beberapa sudut pahat antara lain, sudut potong utama (k), sudut geram (y), sudut miring (λ). Ketiga sudut pahat tersebut memang memegang peranan penting dalam proses pemesinan. Selain itu masih ada beberapa sudut pahat yang mempunyai fungsi tertentu untuk menjamin kelancaran proses pemotongan. Gerak potong dan gerak makan dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan mesin perkakas yang digunakan, maka bentuk/rupa pahat potong dapat berlainan. Karena fungsinya sama, yaitu

sebagai alat untuk menghasilkan geram, maka karakteristik geometri setiap pahat akan sama.

Mata potong pahat terbentuk karena perpotongan dua bidang pahat. Orientasi ke dua bidang yang berpotongan tersebut ditentukan oleh sudut yang terbentuk dapat diukur pada bidang ke tiga. Karena orientasi/posisi dari bidang ke tiga relatif terhadap kedua bidang yang saling berpotongan dapat ditentukan sembarang, maka harga sudut pahat akan bermacam-macam pula, lihat gambar 6. Orientasi dari bidang A_y terhadap bidang P_r dapat ditentukan dengan melalui sudut Y_g yang diukur pada bidang ke tiga yang tegak lurus garis perpotongan P_r dengan A_y yaitu bidang P_g . Jika tidak melalui bidang P_g ini, maka paling sedikit diperlukan dua bidang ke tiga yang tidak saling berimpit dengan 2 harga sudut misal, (Y_f dan Y_p) untuk menetapkan orientasi A_y dan P_r .

Dari pembicaraan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk membuat dan mengukur sudut pahat diperlukan suatu sistem referensi yang terdiri dari tiga bidang yang saling berpotongan. Lokasi salah satu bidang referensi dapat ditetapkan sehingga berimpit dengan salah satu elemen pahat (mata potongnya) dengan demikian sistem referensi tersebut dapat disebut dengan Sistem Referensi Pahat (*Tool Reference System*). Dapat juga salah satu bidang referensi dipilih berimpit dengan arah gerak makan yang diumpamakan, sehingga sistem referensi dinamakan Sistem Referensi Arah Pemakanan (*Asummed Feed System*). Geometri pahat dapat dianalisa menggunakan kedua sistem referensi di atas, seperti halnya yang didefinisikan dalam standar internasional (ISO 3002/I, *Geometriy of the active part of cutting tools*).



Gambar 6. Bidang P_r Berpotongan dengan Bidang A_γ , Sudut yang Terbentuk Dapat Diukur pada Bidang ke tiga yang Bermacam-macam (P_p , P_g , P_o , atau P_f) Sehingga Harga Sudutnya Bermacam-macam (γ_p , γ_g , γ_o , atau γ_f). (Taufiq Rochim, 1985:62)

Pahat dibuat menurut desain tertentu menurut rencana pahat tersebut nantinya yang akan dipasang pada mesin perkakas dengan orientasi tertentu sedemikian rupa sehingga sumbu-sumbu referensi arah pemakanan berimpit dengan sumbu-sumbu referensi mesin perkakas. Orientasi/posisi pahat pada mesin perkakas yang sedemikian ini disebut dengan Posisi Paling Lazim (*Most Natural Position*) atau posisi nol (*zero position*).

Meskipun pahat dipasang pada posisi yang paling lazim (posisi nol) ada kemungkinan sudut efektif (sudut pahat yang aktif memotong) akan berbeda dengan sudut yang telah didefinisikan dalam sistem referensi yang digunakan untuk mengukur/membuat geometri pahat (sistem referensi pahat atau sistem arah pemakanan). Hal ini dipengaruhi oleh kondisi pemotongan yang dipilih dimana vektor kecepatan makan mungkin menjadi relatif besar sehingga dalam praktek kecepatan potong (*primary motion*) tidak lagi dapat dianggap berimpit dengan vektor kecepatan resultan.

Suatu pahat dengan geometri tertentu hanya sesuai dengan kondisi pemotongan, jenis material pahat, serta jenis material benda kerja tertentu, dengan demikian seorang perencana proses pemesinan harus mampu memilih pahat supaya proses pemesinan tersebut dapat dilaksanakan sebaik mungkin.

1. Elemen, Bidang dan Mata Potong Pahat

Untuk mengenal bentuk dan geometrinya, pahat harus diamati secara sistematis. Pertama perlu diketahui tiga bagian-bagian (hal pokok) yang terdapat pada pahat bubut, yaitu: elemen, bidang aktif dan mata potong pahat itu sendiri, sehingga secara lebih terperinci bagian-bagiannya dapat didefinisikan, Taufiq Rochim (1985:64).

a. Elemen Pahat

Elemen pahat bubut adalah bagian utama dari pahat bubut, yaitu:

- 1) Badan (*body*), yaitu pahat yang dibentuk menjadi mata potong atau tempat sisipan pahat (pahat dari carbida atau keramik).
- 2) Pemegang (*shank*), yaitu bagian pahat yang akan dipasang pada mesin perkakas.
- 3) Lubang pahat (*tool bore*), yaitu lubang pada pahat melalui mata pahat dapat dipasangkan pada poros utama atau poros pemegang mesin.
- 4) Sumbu pahat (*tool axis*), yaitu garis maya yang digunakan untuk mendefinisikan geometri pahat.
- 5) Dasar (*base*), yaitu bidang rata pada pemegang untuk meletakkan pahat, sehingga dapat mempermudah proses pembuatan, pengukuran, ataupun pengasahan pahat.

b. Bidang Pahat

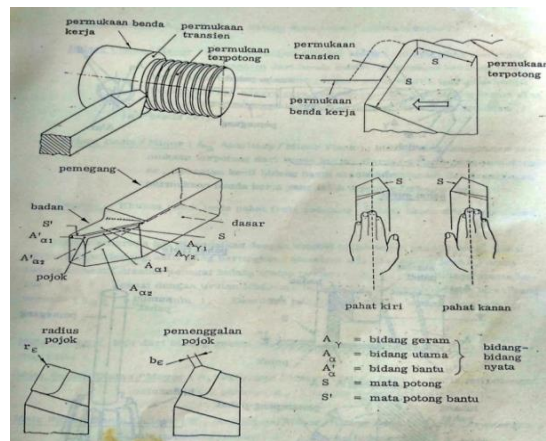
Bidang pahat merupakan permukaan aktif pahat. Setiap pahat mempunyai bidang aktif sesuai dengan jumlah mata potongnya (tunggal atau jamak), pahat bubut mempunyai 3 bidang aktif, yaitu:

- 1) Bidang geram (A_y , *face*), yaitu bidang dimana geram mengalir.
- 2) Bidang utama/mayor ($A\alpha$, *principal/mayor flank*), yaitu bidang yang menghadap permukaan *transien* benda kerja.
- 3) Bidang bantu/minor ($A'\alpha$, *Auxiliari/minor flank*), yaitu bidang yang menghadap permukaan terpotong dari benda kerja.

c. Mata Potong Pahat

Mata potong pahat yaitu tepi dari bidang geram yang aktif memotong. Ada dua jenis mata potong yaitu:

- 1.) Mata potong utama/mayor (S , *Principal/mayor cutting edge*), yaitu garis perpotongan antara bidang geram (A_y) dengan bidang utama ($A\alpha$).
- 2.) Mata potong bantu/minor (S' , *Auxiliari/minor cutting edge*), yaitu garis perpotongan antara bidang geram (A_y) dengan bidang bantu ($A'\alpha$).



Gambar 7. Bagian-bagian dari Pahat (Pahat Bubut)
(Taufiq Rochim, 1985:65)

Mata potong utama bertemu dengan mata potong bantu pada pojok pahat (*tool corner*). Untuk memperkuat pahat maka pojok pahat dibuat melingkar dengan jari-jari tertentu yaitu:

$$r_e = \text{radius pojok (corner radius/nose radius); mm}$$

Atau dipenggal sehingga pojok pahat berupa garis dengan panjang tertentu, yaitu:

$$b_e = \text{panjang pemenggalan pojok (chamfered corner length); mm}$$

Radius pojok maupun panjang pemenggalan pojok, selain memperkuat pahat bersama-sama dengan kondisi pemotongan yang dipilih akan menentukan kehalusan permukaan hasil proses pemesinan. Beberapa jenis pahat dapat dibedakan dua jenis yaitu pahat kanan (*Right hand*) dan pahat kiri (*Left hand*). Perbedaan antara kedua jenis pahat tersebut adalah terletak pada lokasi mata potong utama. Pahat kanan mempunyai mata potong utama yang sesuai dengan lokasi ibu jari tangan kanan bila tapak tangan kanan ditelungkupkan di atas pahat yang dimaksud dengan sumbu pahat dan sumbu tapak tangan

sejajar. Demikian pula halnya dengan pahat kiri, maka lokasi mata potong utamanya sesuai dengan lokasi ibu jari tangan kiri.

2. Ikhtisar Rumus dan Sudut Pahat

Ikhtisar definisi sudut pahat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Ikhtisar Definisi Sudut Pahat.

Simbol	Nama	Defenisi:	
		Sudut antara:	Diukur pada:
k_r	Orientasi Mata Potong Utama/Mayor (S):	Ps dan P_f	Pr
ψ_r	Sudut potong utama	Ps dan P_p	Pr
λ_s	Sudut potong samping	S dan Pr	Ps
ε_r	Sudut miring	Ps dan $P's$	Pr
	Sudut ujung		
γ_n	Orientasi bidang geram ($A\gamma$):	} $A\gamma$ dan Pr	Pn
γ_f	Sudut geram normal		P_f
γ_p	Sudut geram samping		Pp
γ_o	Sudut geram punggung		Po
γ_g	Sudut geram <i>orthogonal</i>		Pg
δ_r	Sudut geram geometris		Pr
	Sudut orientasi bidang <i>orthogonal</i> bidang geram	Pg dan P_f	
β_n	Sudut Penampang (β):	} $A\gamma$ dan $A\alpha$	Pn
β_f	Sudut penampang normal		P_f
β_p	Sudut penampang samping		Pp
β_o	Sudut penampang punggung		Po
	Sudut penampang <i>orthogonal</i>	$A\gamma$ dan $A\alpha$	
α_n	Orientasi bidang utama/mayor ($A\alpha$):		Pn

α_f	Sudut bebas normal		P_f
α_p	Sudut bebas samping		P_p
α_o	Sudut bebas punggung		P_o
α_b	Sudut bebas orthogonal		P_b
θ_r	Sudut bebas dasar		P_r
	Sudut orientasi bidang orthogonal bidang utama	$P_b \text{ dan } P_f$	

(Taufiq Rochim, 1985:85)

3. Pembuatan Bidang-bidang Pahat Bubut

Menurut Taufiq Rochim, (1985:100) sebagai contoh suatu pahat bubut dari bahan HSS berbentuk paralelepipedum berukuran 12x12x10 mm. Geometri pahatnya adalah:

- γ_o : sudut geram *orthogonal* = 10°
- α_o : sudut bebas *orthogonal* = 8°
- λ_s : sudut miring = 4°
- k_r : sudut potong utama = 70°
- k'_r : sudut potong minor = 20°
- α'_o : sudut bebas minor = 8°

Panjang mata potong $S = 12$ mm, dengan radius pojok $r_\epsilon = 0,5$ mm

4. Optimasi Geometri Pahat Bubut

Menurut Taufiq Rochim, (1985:107) Geometri pahat harus dipilih dengan tepat disesuaikan dengan material benda kerja, material pahat, dan kondisi pemotongan sehingga salah satu/beberapa objek dapat tercapai.

Secara berurutan akan dibahas beberapa sudut sebagaimana yang didefinisikan dalam sistem referensi *orthogonal* yaitu:

a.) Sudut bebas *orthogonal* (α_o)

Fungsi sudut bebas ialah untuk mengurangi gesekan antara bidang utama $A\alpha$ dengan bidang transien dari benda kerja. Dengan demikian temperatur yang tinggi akibat gesekan akan dihindari supaya keausan tepi (*flank wear*) tidak cepat terjadi. Pemilihan sudut bebas ditentukan oleh jenis benda kerja dan kondisi pemotongan. Umumnya untuk suatu gerak makan tertentu ada suatu harga optimum bagi sudut bebas yang memberikan umur pahat tertinggi. Umur pahat akan naik bila sudut bebas diperbesar (karena gesekan diperkecil). Akan tetapi setelah mencapai harga tertentu (optimum) umur pahat menurun kembali karena kecilnya sudut penampang yang menghalangi proses perambatan panas. Umur pahat akan menurun bila gerak makan f diperbesar. Sebagai petunjuk umum dalam pemesinan benda kerja baja, harga sudut bebas dipilih sesuai dengan gerak makan, yaitu:

Bila : $f < 0,2 \text{ mm/putaran}$, maka $\alpha_o = 12^\circ$

$f > 0,2 \text{ mm/putaran}$, maka $\alpha_o = 8^\circ$

Karena pengaruh deformasi akibat gaya makan yang tinggi, maka harga sudut bebas dapat diperkecil sedikit bila material benda kerja sangat keras, atau diperbesar bila benda kerja relatif lunak.

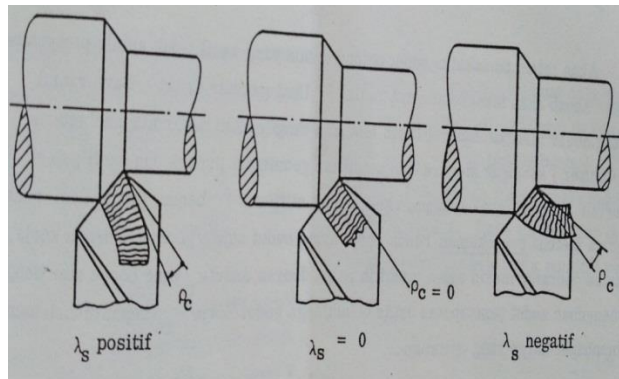
b.) Sudut geram *orthogonal* (γ_o)

Sudut geram mempengaruhi proses pembentukan geram. Untuk suatu kecepatan potong tertentu, sudut geram yang besar akan menurunkan rasio pemampatan tebal geram λ_h yang mengakibatkan kenaikan sudut geser. Sudut geser yang besar akan menurunkan penampang bidang geser A_{shi} sehingga gaya pemotongan akan turun. Akan tetapi seperti halnya sudut bebas, sudut geram tidak boleh terlalu besar guna menjaga kekuatan pahat serta memperlancar proses perambatan panas. Jenis material benda kerja juga akan mempengaruhi pemilihan sudut geram. Pada prinsipnya, untuk material yang lunak dan ulet (*soft & ductile*) memerlukan sudut geram besar (untuk mempermudah proses pembentukan geram), sebaliknya bagi material yang keras dan rapuh (*hard & brittle*) memerlukan sudut geram yang kecil atau negatif (untuk memperkuat pahat).

c.) Sudut miring (λ_s)

Sudut miring mempengaruhi arah aliran geram. Bila sudut miring berharga nol maka arah aliran geram tegak lurus mata potong. Aliran geram akan membuat sudut sebesar ϕ_c terhadap garis tegak lurus mata potong, dan menurut Stabler sudut aliran geram tersebut kurang lebih sama dengan sudut miring λ_s . Dengan adanya sudut miring maka panjang kontak antara pahat dengan benda kerja menjadi lebih diperpanjang dan enersi pemotongan spesifik E_{sp} tidak akan berubah sampai sudut miring mencapai 20° . Temperatur bidang kontak akan

mencapai harga minimum bila λ_s berharga $+5^\circ$ untuk proses penghalusan (*finishing*) dan -5° untuk proses pengkasaran (*roughing*).



Gambar 8. Pengaruh Sudut Miring terhadap Arah Aliran Geram (Taufiq Rochim, 1985:111)

Untuk memperkuat pahat serta menurunkan gaya kejut (*impact*) dalam proses membubut yang terputus maka dapat dipilih sudut miring sampai sebesar -20° .

d.) Sudut potong utama (k_r)

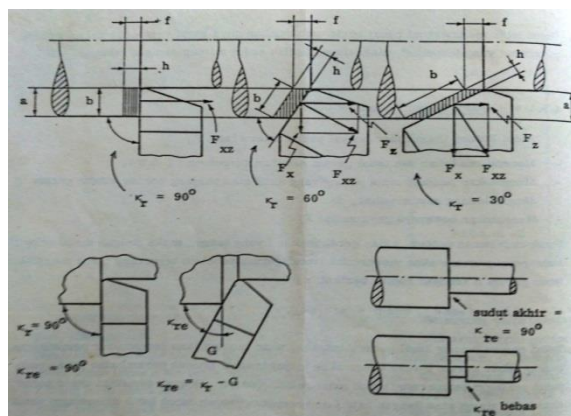
Sudut potong utama mempunyai peran antara lain:

- Menentukan lebar dan tebal geram sebelum terpotong (b & h)
- Menentukan panjang mata potong yang aktif atau panjang kontak antara geram dengan bidang geram pahat
- Menentukan besarnya gaya radial F_x

Untuk kedalaman potong a dan gerak potong f yang tetap, maka dengan memperkecil sudut potong utama akan menurunkan tebal geram sebelum terpotong h dan menaikkan lebar geram b sebagai rumus berikut:

$$h = f \sin k_r, \text{ dan } b = a / \sin k_r \quad (\text{Taufiq Rochim, 1985:112})$$

Tebal geram h yang kecil secara langsung akan menurunkan temperatur pemotongan. Akan tetapi, pemakaian sudut potong utama yang kecil tidak selalu menguntungkan sebab akan menaikkan gaya radial F_x . Gaya radial yang besar mungkin menyebabkan lenturan yang terlalu besar ataupun getaran (*chatter*) sehingga menurunkan ketelitian geometris produk dan hasil pemotongan terlalu kasar. Tergantung pada kekakuan (*stiffness*) benda kerja dan pahat serta metode pencekaman benda kerja serta sudut akhir/geometri benda kerja, maka operator mesin dapat memilih pahat dengan sudut k_r yang cocok atau dengan mengubah sudut penempatan datar G sehingga sudut kerja k_{re} dapat diubah sampai mendapat harga yang optimum.



Gambar 9. Pengaruh Sudut k_r terhadap Gaya Radial F_x
(Taufiq Rochim, 1985:112)

e.) Sudut potong bantu (k'_r)

Orientasi dari bidang potong bantu $A'\alpha$ terhadap permukaan benda kerja yang telah terpotong ditentukan oleh sudut potong bantu k'_r dan sudut bebas minor α'_0 , apabila sudut bebas minor α'_0 cukup besar untuk

mengurangi gesekan, pada prinsipnya sudut potong bantu k'_r dapat dipilih sekecil mungkin karena selain memperkuat ujung pahat (sudut ujung diperbesar) maka kehalusan produk dapat dipertinggi.

- Sistem pemotongan yang kaku, $k'_r = 5^\circ \text{ s.d } 10^\circ$
- Sistem pemotongan yang lemah, $k'_r = 10^\circ \text{ s.d } 20^\circ$

Untuk radius pojok r_ϵ yang kecil, maka parameter kehalusan permukaan R_t (kedalaman total, *peak to valley height, total height*: μm) ditentukan secara bersamaan oleh k'_r , k_r , dan f sebagaimana rumus berikut:

$$R_t = \frac{f}{\cot K_r + \cot K'_r} c : \mu\text{m} \quad (\text{Taufiq Rochim, 1985:113})$$

Di mana:

K_r = sudut potong utama, $^\circ$

K'_r = sudut potong bantu, $^\circ$

f = gerak makan, mm/r

c = faktor konversi > 1000 , tergantung dari sifat mampu mesin benda kerja ditinjau dari kekasaran permukaan serta kondisi pemotongan (kecepatan potong).

f.) Radius pojok r_ϵ

Radius pojok berfungsi untuk memperkuat ujung pertemuan antara mata potong utama S dengan mata potong minor S' dan selain menentukan kehalusan permukaan hasil pemotongan. Semakin besar penampang geram maka pojok pahat harus dipilih lebih kuat. Dalam hal

ini perlu dikemukakan bahwa radius pojok yang besar akan memperbesar gaya radial F_x , sehingga untuk sistem pemotongan yang tidak kaku (poros panjang dengan diameter yang relatif kecil) mungkin akan terjadi lenturan ataupun getaran yang akan menurunkan kualitas geometri produk, kehalusan permukaan hasil pemesinan ditentukan oleh rumus:

$$R_t = C_r \frac{f^2}{8r_\epsilon} : \mu\text{m} \quad (\text{Taufiq Rochim, 1985:114})$$

Di mana:

R_t = kedalaman total (*peak to valley height*) yang merupakan parameter kekasaran permukaan (μm)

f = gerak makan (mm/r)

r_ϵ = radius pojok (mm)

c_r = faktor konversi, tergantung sifat mampu mesin benda kerja, kondisi pemotongan yang dipilih (kecepatan potong) dan kekakuan sistem pemotongan:

- Kaku = 2000
- Sedang = 2300
- Lemah = 3000

Sebagai mana rumus di atas menyatakan bahwa semakin besar radius pojok yang dipilih maka kehalusan permukaan mungkin akan dipertinggi.

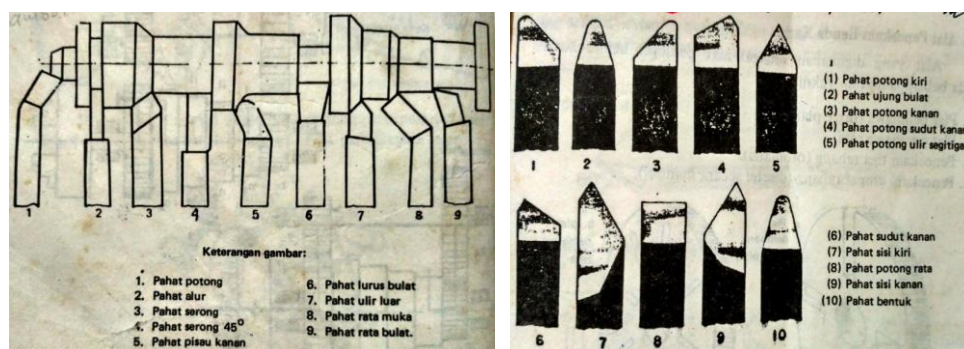
Tabel 2. Harga Radius Pojok yang Dianjurkan Sesuai dengan Kedalaman Potong yang Dipilih.

a : mm	r_{ε} : mm
s.d 3	0,5 s.d 0,8
3 s.d 10	0,8 s.d 1,5
10 s.d 20	1,5 s.d 2,0

(Taufiq Rochim, 1985:114)

5. Macam/ Bentuk Pahat Bubut

Pahat bubut digunakan untuk memotong/menyayat benda kerja, pahat dijepit/dipasang pada penjepit pahat (*tool post*), Daryanto (1996:16), macam pahat adalah seperti gambar di bawah ini:



Gambar 10. Macam – macam Pahat Bubut
(Daryanto, 1996:16)

6. Material Pahat

Menurut Taufiq Rochim (1985:173) Proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul dari pada material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan memperhatikan berbagai segi yaitu:

- a) Kekerasan; yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.
- b) Keuletan; yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu pemesinan dengan interupsi maupun sewaktu memotong benda kerja yang mengandung partikel/bagian yang keras (*hard spot*).
- c) Ketahanan beban kejut termal; diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala/periodik.
- d) Sifat *adhesi* yang rendah; untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.
- e) Daya larut elemen/komponen material pahat yang rendah; dibutuhkan demi untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme *difusi*.

Beberapa jenis pahat yang digunakan untuk mesin perkakas adalah sebagai berikut:

1. Baja Karbon (*High Carbon Steels; Carbon Tool Steels; CTS*)

Baja dengan kandungan karbon yang relatif tinggi (0,7 - 1,4 %C) tanpa unsur/dengan unsur lain yang rendah (2% Mn, W, Cr) dan punya kekerasan permukaan cukup tinggi. Temperatur sekitar 250° C hanya bisa digunakan untuk kecepatan potong yang rendah.

2. Hss (*High Speed Steels; Tool Steels*)

Pada tahun 1898 ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan krom (Cr) dan *tungsten/wolfram* (W). Melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) kemudian diikuti pengerolan atau penempaan, baja ini

terbentuk menjadi batang atau silinder. Pada kondisi lunak (*annealed*) bahan tersebut dapat diproses secara pemesian menjadi berbagai bentuk pahat potong. Setelah proses laku panas dilaksanakan kekerasannya akan cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi sampai dengan 3 kali kecepatan untuk pahat CTS yang dikenal pada saat itu sekitar 10m/menit, sehingga dinamakan dengan “Baja Kecepatan Tinggi”, (*High Speed Steel*).

Apabila telah aus HSS dapat diasah sehingga mata potongnya tajam kembali. Karena sifat ketajaman dan keuletan yang relati baik, sampai saat ini berbagai jenis *HSS* masih tetap di gunakan. *Hot hardness* dan *recovery hardness* yang cukup tinggi pada HSS dapat dicapai berkat adanya unsur paduan W, Cr, V, Mo dan Co. Temperaturnya bisa mencapai 500°-600° C.

HSS dikategorikan sebagai HSS Konvesional dan HSS Spesial masing-masing dengan beberapa jenisnya seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Contoh Klasifikasi Pahat HSS menurut Komposisinya.

Jenis HSS	Standart AISI
HSS Konvensional	
• <i>Molibdenum</i> HSS	M1, M2, M7, M10
• <i>Tungsten</i> HSS	T1, T2
HSS Spesial	
• <i>Cobald added</i> HSS	M33, M36, T4, T5, T6

• <i>High Vanadium HSS</i>	M3-1, M3-2, M4, T15
• <i>High Hardness Co HSS</i>	M41, M42, M43, M44, M45, M46
• <i>Cast HSS</i>	
• <i>Powdered HSS</i>	
• <i>Coated HSS</i>	

**American Iron and Steel Institute (Taufiq Rochim 1985:178)*

3. Paduan Cor Nonfero (*Cast Nonferrous Alloys; Cast Carbides*)

Jenis material ini dibentuk secara tuang menjadi bentuk sisipan (*tool bit*) yang kemudian diasah menurut *geometris* yang dibutuhkan. Ada empat elemen yang terdapat pada pahat ini yaitunya *cobalt*, Cr (10 -35% berat), W (10 - 25% berat), Karbon (1% C).

4. Karbida (*Cemented Carbides; Hardmetals*)

Karbida ini di temukan pada tahun 1923 (KRUPP WIDIA) bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (sintering) serbuk Karbida (Nitrida, Oksida, dengan bahan pengikat *cobalt* (CO). Dengan sintering mula 1000°C kemudian 1600°C.

5. Keramik (*Ceramics*)

Defenisi secara sempitnya adalah material pahat yang terbuat dari metalik dan non metalik. sedangkan menurut defenisi luasnya berarti kecuali metal dan material organik. Keramik dapat dibedakan dua jenis utama yaitu keramik tradisional dan keramik industri. Keramik industri

iniilah yang digunakan sebagai berbagai komponen dari peralatan mesin perkakas termasuk alat potong (Taufiq Rochim 1985:180).

6. CBN (*Cubic Boron Nitrides*)

CBN termasuk jenis keramik. Diperkenalkan oleh GE (USA, 1957, "Borazon"). Dibuat dengan penekanan panas (HIP, 60 kbar, 1500°C) sehingga serbuk *graphit* putih Nitrida Boron dengan struktur atom *heksagonal* berubah menjadi struktur berkubik. Dibuat dengan serbuk pengikat Al₂O₃, TiN dan Co. Dengan temperatur pemotongan 1300°C (Taufiq Rochim 1985:190).

7. Intan (*Sintered Diamonds & Natural Diamonds*)

Sintered Diamond (GE, 1955) merupakan hasil proses sintering serbuk intan dengan bahan pengikat Co (5-10%). Pahat ini tidak bisa digunakan untuk bahan besi (*ferros*) hanya cocok bagi (*Al Alloys, Cu Alloys, Plastics, Rubber*).

D. Parameter Pemotongan Mesin Bubut

Dalam pengambilan putaran mesin dan kecepatan laju penyayatan (*feeding*) harus dilakukan dengan seksama dan penuh pertimbangan, jika dalam prosesnya tidak tepat maka akan menimbulkan rendahnya mutu hasil produksi, dan akan menimbulkan kerusakan yang lebih cepat terhadap mata potong pahat. Oleh karena itu sangat perlu seorang operator mesin bubut mengetahui dan menentukan harga kecepatan potong, kecepatan putaran, dan *feeding* mesin bubut.

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) CS

Kecepatan potong (CS) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (m/menit atau *feet*/menit).

Maka rumus Kecepatan potong (CS) adalah:

$$CS = \pi d \cdot n \text{ (rpm)} \quad (\text{Yufrizal. A, 1993:54})$$

Keterangan:

Cs = Kecepatan Potong (m/menit atau *feet*/menit)

n = kecepatan putaran pisau/benda kerja (rpm)

d = diameter pisau/benda kerja (mm)

Dalam menentukan besarnya kecepatan potong dan putaran mesin, selain dapat dihitung dengan rumus di atas juga dapat dicari pada tabel kecepatan potong pembubutan yang hasil pembacaannya mendekati dengan angka hasil perhitungan.

Tabel 4. *Cutting Speed* dan *Feed* untuk Pahat Bubut HSS

No	Jenis bahan yang dibubut	<i>Cutting speed</i> (ft/mnt)	<i>Feed</i> (m/mnt)
1	Aluminium atau campuran	200-400	0,003-0,020
2	Kuningan (<i>brass</i>) dan campuran (<i>broze</i>) lunak	100-300	0,003-0,020
3	<i>Bronze high-tensil</i>	70-90	0,003-0,020
4	Besi tuang (<i>cast iron</i>)		
	Lunak	100-150	0,003-0,020
	Sedang	70-100	0,003-0,020
	Keras	40-60	0,003-0,020
5	Tembaga (<i>copper</i>)	60-150	0,003-0,020
6	Besi tempa (<i>malleable iron</i>)	80-90	0,003-0,020
7	Baja karbon rendah (<i>low carbon steel</i>)	80-150	0,012-0,025

8	Baja karbon sedang (<i>medium carbon steel</i>)	60-100	0,012-0,015
9	Baja karbon tinggi (<i>high carbon steel</i>)	50-60	0,005-0,012
10	Baja perkakas potong (<i>tool and die steel</i>)	40-80	0,003-0,010
11	Baja campuran (<i>alloy steel</i>)	50-70	0,003-0,010

(Yufrizal. A,1993:54)

2. Kecepatan Putaran

Kecepatan putaran (*Spindle Speed*) merupakan banyaknya putaran gerakan *spindle* utama berputar dalam satu menit. Pemakaian kecepatan putaran yang tepat pada proses pembubutan akan memperpanjang umur pahat dan meningkatkan efisiensi pembubutan. Untuk menentukan harga kecepatan putaran mesin tergantung pada material pahat, benda kerja dan diameter benda kerja. Cara menentukan kecepatan putaran mesin bubut dapat digunakan persamaan berikut:

Kecepatan potong dalam hal ini diambil dalam satuan m/mnt. Maka kecepatan putaran mesin bubut adalah:

$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times D}$$

(Yufrizal.A, 1993:56)

Keterangan:

n = Putaran mesin bubut (Rpm)

Cs = Kecepatan potong (m/mnt)

D = Diameter rata-rata benda kerja (mm)

1000 = perubahan satuan m ke mm

3. Kecepatan Laju Pemakanan

Yufrizal.A, (1993:57), mengatakan “kecepatan laju pemakanan (*feeding*) adalah jarak yang ditempuh oleh ujung mata potong pahat menyayat benda kerja bergerak longitudinal sepanjang *bed*/meja setiap putaran mesin”. Sejalan dengan itu menurut Syamsir A.Muin (1993:203), Kecepatan *feeding* (s') adalah dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$s' = n \cdot s$$

Keterangan:

s' = Kecepatan *feeding* (mm/min)

n = Putaran poros utama/menit (m/mnt)

s = Gerak *feeding* (mm)

Gerakan *feeding* ialah gerak untuk membawa benda kerja atau alat pemotong dalam garis kerja yang tegak lurus terhadap gerak potong, besarnya gerak ini disebut *feeding* (makan).

Didalam prakteknya pemakaian *feeding* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu sebagai berikut:

a. *Feeding* secara manual (*Manual Feed*)

Manual feed dilakukan dengan cara memutar *handle* penggerak eretan secara manual.

b. *Feeding* secara otomatis (*Otomatis Feed*)

Otomatis *Feed* adalah gerak laju pemakanan pahat dalam menyayat benda kerja bergerak secara otomatis (gerakan eretan mesin berasal dari

gerak putar motor mesin yang ditransmisikan melalui sabuk, roda gigi, dan sumbu *transportiur* ke eretan.

Dalam penentuan harga *feeding* yang tepat tidak ada persamaan atau formulanya. Pada setiap mesin biasanya terdapat tabel harga *feeding* yang bisa digunakan pada mesin tersebut. Untuk menentukan harga *feeding* yang akan dipakai harus mempertimbangkan antara lain, dalamnya pemotongan, kecepatan putaran, jenis material pahat dan benda kerja serta kondisi mesin.

4. Dalam/Tebal Pemotongan (*Depth Of Cut*)

Yufrizal.A, (1993:58) mengatakan “dalam pemotongan (*Depth Of Cut*) adalah jarak dari dasar pemotongan ke permukaan yang tidak dipotong dari benda kerja diukur tegak lurus”. Dalam pemotongan pada mesin bubut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T_p = \frac{D - d}{2}$$

(Yufrizal.A, 1993:39)

Keterangan:

T_p = Dalam/Tebal pemotongan (mm/*inch*)

D = Diameter benda sebelum disayat (mm/*inch*)

d = Diameter benda setelah disayat (mm/*inch*)

Tebal penyayatan tergantung pada berbagai kondisi, antara lain jenis material pahat, jenis material benda kerja, kemampuan potong pahat, kemampuan

mesin, *feeding* yang dipakai. Untuk itu dalam pemotongan berikut rekomendasi yang dapat digunakan oleh operator.

Tabel 5. Hubungan Kedalaman Pemotongan dengan *feeding*

No	Pekerjaan yang dilakukan	Dalam pemotongan (mm)	<i>Feeding</i> (mm/putaran)
1	Pekerjaan kasar	4,75-9,53	0,75-1,27
2	Pekerjaan <i>finishing</i>	0,38-2,39	0,13-0,38

(Syafriedi, Dkk, 2008:30)

E. Pengukuran Kekasaran Permukaan

Menurut Sudji Munadi, (1988:303) Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Akan tetapi, dengan kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui penelitian.

Tingkat kehalusan permukaan suatu permukaan memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan, pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya Untuk pembahasan selanjutnya mengenai kekasaran permukaan

maka terlebih dulu perlu dibicarakan mengenai batasan dan beberapa parameter penting yang ada kaitannya dengan kekasaran/kehalusan permukaan yang hingga saat ini masih banyak dipakai dalam praktek.

1. Batasan Permukaan dan Parameter-parameternya

a. Permukaan

Menurut istilah keteknikan, permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Dalam prakteknya, bahan yang digunakan untuk benda padat kebanyakan dari besi/logam.

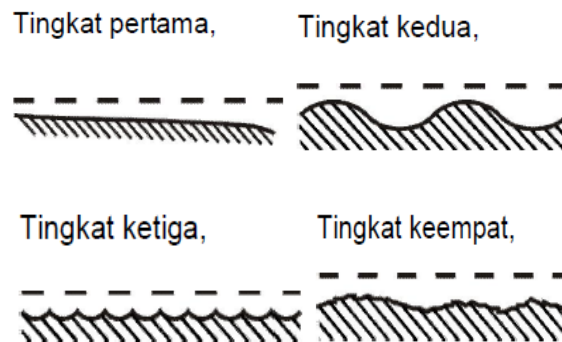
Kadang-kadang ada pula istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Istilah profil sering disebut dengan istilah lain yaitu bentuk. Profil atau bentuk yang dikaitkan dengan istilah permukaan mempunyai arti tersendiri yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan.

Dengan melihat profil ini maka bentuk dari suatu permukaan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (*feed*) pisau potong dalam proses pembuatannya.

Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (*non linier*) dari pemakanan (*feed*), getaran mesin, tidak

seimbangnya (*balance*) batu gerinda, perlakuan panas (*heat treatment*) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk.

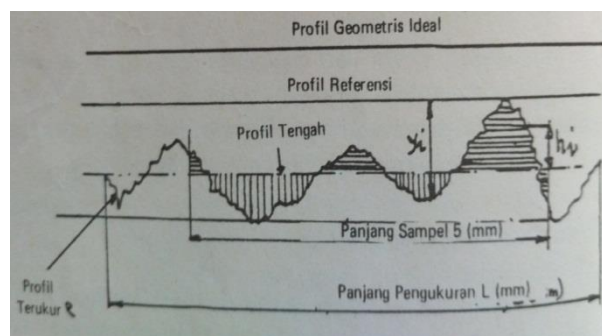
Secara lebih rinci lagi, ketidakraturan dari bentuk permukaan dapat dibedakan menjadi empat tingkat, yaitu seperti gambar berikut:



Gambar 11. Bentuk Tingkat Kekasaran Permukaan Benda (Sudji Munadi, 1988:306)

b. Parameter-parameter Permukaan

Sebelum membicarakan parameter permukaan perlu dibicarakan terlebih dulu mengenai profil permukaan, seperti gambar berikut:



Gambar 12. Profil Suatu Permukaan. (Sudji Munadi, 1988:308)

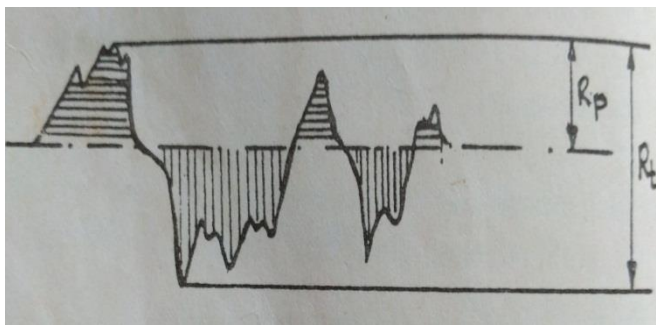
Beberapa parameter yang bisa dijabarkan dari profil-profil yang telah disebutkan di atas antara lain adalah:

1) Kedalaman total (*peak to valley*), R_t

Kedalaman total merupakan besarnya jarak dari profil referensi sampai profil dasar dalam satuan *micron* (μm).

2) Kedalaman perataan (*peak to mean line*), R_p

Kedalaman perataan merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai profil terukur.



Gambar 13. Kedalaman Total dan Kedalaman Perataan. (Sudji Munadi, 1988:308)

3) Kekasaran rata-rata aritmetis (*mean roughness index/center line average*, CLA), R_a

Kekasaran rata-rata merupakan harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. Menurut kekasaran rata-rata (R_a) dapat pula dilakukan secara grafis, dengan cara sebagai berikut:

Pertama, gambarkan sebuah garis lurus pada penampang permukaan yang diperoleh dari pengukuran (profil terukur) garis X-X yang posisinya tepat menyentuh lembah paling dalam, gambar 14a.

Kedua, ambil sampel panjang pengukuran L yang memungkinkan memuat sejumlah bentuk gelombang yang hampir sama.

Ketiga, ambil luasan daerah A di bawah kurva dengan menggunakan planimeter/dengan metode ordinat. Dengan demikian diperoleh garis center C-C terhadap X-X secara tegak lurus yang besarnya adalah:

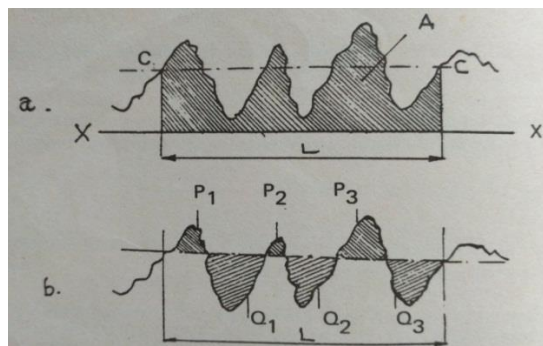
$$H_m = \frac{\text{daerah A}}{L}$$

Keempat, sekarang diperoleh suatu garis yang membagi profil terukur menjadi dua bagian yang hampir sama, yaitu luasan daerah di atas ($P_1+P_2+....$ dan seterusnya) dan luasan daerah di bawah ($Q_1+Q_2+....$ dan seterusnya), gambar 14b. Dengan demikian R_a dapat ditentukan besarnya:

$$R_a = \frac{\text{luas daerah P} + \text{luas daerah Q}}{L} \times \frac{1000}{V_v} (\mu\text{m})$$

V_v = perbesaran vertikal. Luas P dan Q dalam milimeter

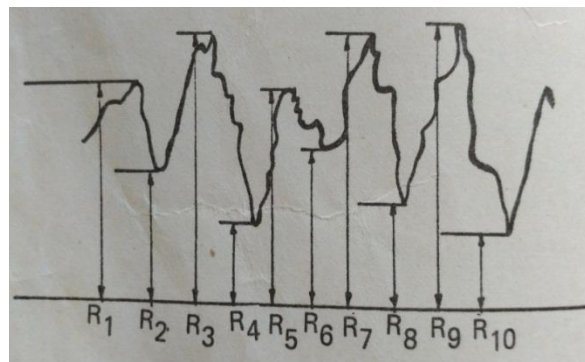
L = panjang sampel pengukuran dalam milimeter



Gambar 14. Menentukan Kekasaran Rata-rata R_a . (Sudji Munadi, 1988:310)

Kekasaran rata-rata dari puncak ke lembah, R_z , sebetulnya hampir sama dengan kekasaran rata-rata aritmetis R_a , tetapi cara menentukan R_z lebih mudah dari R_a . Gambar 15 menunjukkan cara menentukan R_z . Sampel pengukuran diambil sejumlah profil yang

memuat, misalnya 10 daerah yaitu 5 daerah puncak dan 5 daerah lembah.



Gambar 15. Menentukan Kekasaran Rata-rata dari Puncak ke Lembah, Rz. (Sudji Munadi, 1988:310).

4) Toleransi Harga Ra

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata *aritmatika* (Ra) juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Masing-masing harga kekasaran dapat dilihat pada tabel:

Tabel 6. Toleransi Harga Kekasaran Rata-rata Ra.

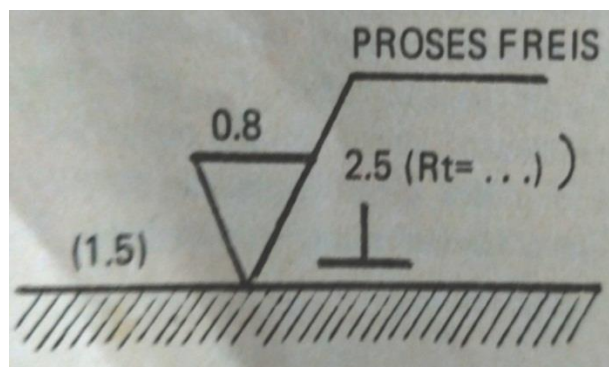
Kelas kekasaran	Harga C.L.A. (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi N +50% - 25%	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.1	0.08 – 0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	0.8
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

(Sudji Munadi, 1988:311)

Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaan. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut.

c. Penulisan Spesifikasi Permukaan dalam Gambar Teknik

Meskipun tidak ada satu parameterpun yang bisa digunakan untuk menjelaskan ketidakrataan suatu permukaan secara sempurna, namun salah satu atau beberapa parameter permukaan masih tetap digunakan orang agar diperoleh suatu keseragaman bahasa dalam menterjemahkan simbol tersebut maka badan standar internasional ISO dengan rekomendasinya R 1302 telah menganjurkan penulisan spesifikasi permukaan. Seperti gambar berikut:



Gambar 16. Simbol Spesifikasi Permukaan (Sudji Munadi, 1988:318)

- 1) Angka (1.5) menunjukkan bahwa dimensi permukaan yang akan dikerjakan harus diberi kelonggaran 1,5 mm sebelum dilakukan *finishing* melalui pemesinan.
- 2) Angka 0.8 menunjukkan bahwa kekasaran rata-rata maksimum yang diijinkan adalah $0,8 \mu\text{m}$.

- 3) Pada bagian atas ada tulisan frais maka pengerjaan *finishing* dengan mesin frais.
- 4) Angka 2.5 menunjukkan angka panjangnya sampel pengukuran yang diambil pemeriksaan dari benda uji. Harga suatu parameter permukaan dapat berubah jika digunakan panjang sampel yang berlainan. Oleh karena itu dianjurkan menggunakan panjang sampel sesuai dengan tingkat harga kekasaran Ra.
- 5) Tanda ($R_t = \dots$) menunjukkan bahwa harga parameter lain selain Ra perlu diperhatikan dalam proses akhir pemesinan.
- 6) Tanda $\perp$ menunjukkan arah bekas pengerjaan tegak lurus pada bidang proyeksi.

2. Proses Pembuatan dan Ketelitian

Semakin sempit daerah toleransi yang harus diberikan pada ukuran dari suatu komponen mesin ongkos pembuatannya akan semakin mahal.

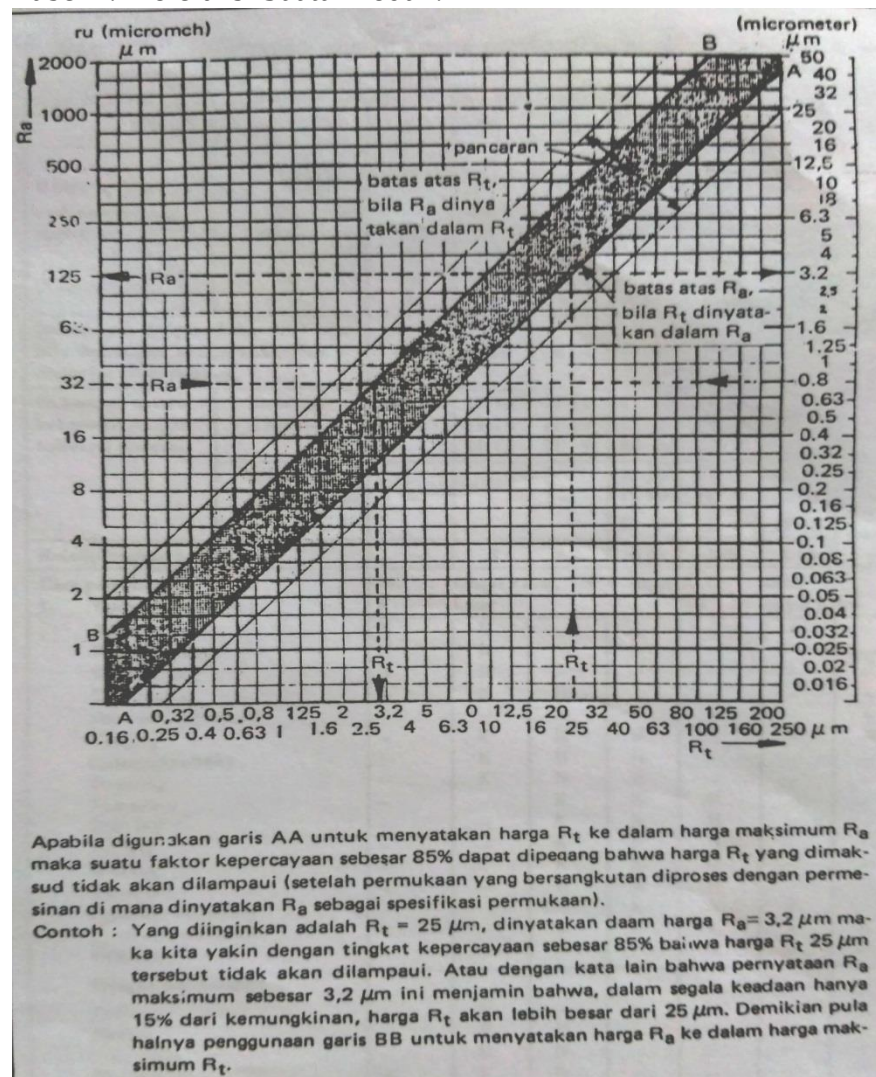
Pernyataan di atas haruslah diingat oleh semua orang yang bertanggung jawab dalam proses pembuatan suatu produk. Sebagai contoh misalnya suatu poros harus mempunyai diameter dengan toleransi $\pm 0,1$ mm, maka proses dapat dengan mudah dibubut sampai batas toleransi yang dimaksud. Sebaliknya, apabila diinginkan toleransi sampai $\pm 0,01$ mm, maka setelah proses tersebut dibubut perlu operasi tambahan yaitu proses gerinda.

Hal ini disebabkan karena sesungguhnya setiap proses pemesinan kemampuannya adalah terbatas apabila ditinjau besarnya toleransi yang dapat dicapainya namun ketelitian dari suatu produk yang di hasilkan oleh proses

pemesinan sangatlah bagus dikarenakan tanpa adanya proses awal yang baik maka hasil dari produk juga tidak akan bagus dan juga ditunjang oleh kemahiran operator pemesinan sendiri. Tabel berikut adalah menggambarkan hubungan beberapa jenis produk dengan cara yang paling ekonomis, karena tidaklah mungkin memaksakan suatu proses untuk mencapai angka kualitas toleransi yang lebih rendah lagi tanpa adanya kemungkinan untuk menghasilkan produk yang jelek (dimensi luar toleransi yang diijinkan) dalam jumlah yang lebih banyak (Taufiq Rochim, 1980:75).

Meskipun daerah toleransi dan kekasaran permukaan adalah merupakan dua konsep yang berbeda, akan tetapi ditinjau dari segi fungsional biasanya suatu pernyataan daerah toleransi yang sempit selalu diikuti dengan syarat kehalusan permukaan yang tinggi. Untuk memberikan gambaran mengenai hubungan antara proses pembuatan, daerah toleransi, kekasaran permukaan dan penggunaannya maka dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Toleransi Suatu Produk.



(Taufiq Rochim, 1980:79)

Tabel ini disarikan dari standar Belanda (NLN – D28 dan NEN 630. III) dimana kekasaran permukaan dikelompokkan menjadi 7 kelas, yaitu R_0 , R_1 , sampai dengan R_6 .

Tabel 8. Hubungan antara Proses Pembuatan, Kualitas Toleransi & Kelas Kekasaran Permukaan.

Kelas Kekasaran	R_0 ,	R_1 ,	R_2 ,	R_3 ,	R_4 ,	R_5 ,	R_6 ,
-----------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Harga Ra (μm) maksimum yang diijinkan	Ukuran > 250	-	25	6,3	1,6	0,4	0,1	0,02
	250-120	-	20	5	1,25	0,32	0,08	5
	120-50	-	16	4	1	0,25	0,06	0,02
	50-18	50	12,5	3,2	0,8	0,2	3	0,01
	18-6	40	10	2,5	0,63	0,16	0,05	6
	6-3	32	8	2	0,5	0,125	0,04	-
	3-1,6						0,03	-
	1,6-0,8						2	-
Persamaan dengan kelas ISO apabila hubungan antara kekasaran & diameter tidak penting		N12	N10	N8	N6	N4	N2	-
Hubungan antara kekasaran dengan toleransi dimensi	Konstruksi umum	IT 16	IT 14	IT 11	IT 8	IT 5	IT 2	-
		IT 15	IT 15	IT 10	IT 7	IT 4	IT 1	
		IT 12	IT 9	IT 6	IT 3			
	Pelumas an hidrodin amis	-	-	-	IT 11 IT 10 IT 9	IT 8 IT 7 IT 6	IT 5 IT 4 IT 3	-
Relatif ongkos pembuatan		-	1	±2	±4	±8	±16	-

(Taufik Rochim 1980:81)

F. Bahan Benda Kerja (Baja Karbon)

“Baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur paduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon biasanya ditentukan oleh presentasi karbon dan mikrostruktur” (Soekarsono B.E, 1979:46).

Menurut Kasbollah dan Salipoen (1983:54), “baja karbon dapat di bagi menjadi tiga”, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah (*Low carbon steel*)

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon sampai 0,10 – 0,30% C. Setiap 1 ton (2000 *pound*) baja karbon rendah mengandung atau berisi 10-30 kg (20-60 *pound*) karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam bentuk plat-plat baja, baja strip dan baja profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung di dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan sebagai berikut:

- a. Baja karbon rendah yang mengandung 0,04 - 0,10% C dapat dibentuk baja plat atau baja strip yang bersifat kenyal.
- b. Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C dapat digunakan untuk pembuatan kerangka atau badan mobil. Baja ini mempunyai kekuatan tarik kira-kira 55.000 lb/inch² dan setelah digelas (dirol) dalam keadaan dingin dapat mencapai kekuatan tarik 96.000 lb/inch².
- c. Baja karbon rendah yang mengandung 0,15-0,2% C dapat digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, dan pekerjaan konstruksi lainnya.
- d. Baja karbon rendah yang mengandung 0,20-0,30% C digunakan untuk membuat baut-baut dan mur, paku keling, atau keperluan pekerjaan mesin. Baja ini mudah dikerjakan dengan mesin dan ditempa.

2. Baja Karbon Sedang (*Medium carbon steel*)

Baja karbon sedang ini mengandung antara 0,30-0,60% C dan setiap 1 ton baja karbon sedang mengandung antara 30-60 kg (60-120 *pound*). Baja karbon sedang ini banyak digunakan untuk keperluan alat perkakas bagian

mesin-mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja karbon sedang ini dapat digunakan untuk alat-alat sebagai berikut:

- a. Baja karbon yang mengandung 0,40% C dapat digunakan untuk keperluan industri kendaraan seperti untuk pembuatan baut dan mur, poros engkol dan batang torak.
- b. Baja karbon yang mengandung 0,50% C dapat digunakan untuk membuat roda gigi, palu (martil) dan alat penjepit (*clamp*).
- c. Baja karbon yang mengandung 0,55-0,60% c digunakan untuk membuat pegas-pegas.

3. Baja Karbon Tinggi (*High carbon steel*)

Baja karbon tinggi mengandung karbon antara 0,70-1,30% C dan setiap 1 ton baja karbon sedang mengandung antara 70-130 kg (240-260 *pound*). Baja karbon sedang ini banyak digunakan untuk pekerjaan yang mengalami panas. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja karbon sedang ini dapat digunakan untuk alat-alat sebagai berikut:

- a. Baja karbon yang mengandung kira-kira 0,95% C dapat digunakan untuk keperluan pembuatan pegas-pegas, alat-alat perkakas seperti paron (landasan tempa), palu (martil), gergaji dan pahat-pahat potong.
- b. Baja karbon yang mengandung 1-1,5% C dapat digunakan untuk pembuatan kikir, daun gergaji dan peluru-peluru untuk bantalan peluru.

G. Penelitian Yang Relevan

1. Faris budi Setiyawan (2008) Pengaruh Geometri Sudut Pahat *Hight Speed Steel* (HSS) Terhadap Umur Pahat dan Penyusunan *Standard Operating*

Prosedure (SOP) Pengasahan Pahat Pada Proses Bubut *Alluminium* Paduan Rendah. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tersebut adalah geometri sudut pahat berpengaruh terhadap umur pahat adalah sudut kappa (κ_r) dan sudut gamma (γ_0).

2. Muhammad Irsyal(2015) Pengaruh Sudut Potong dan Sudut Bebas Pahat Bubut *High Speed Steel* (HSS) terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Sedang Hasil Pembubutan Rata. Berdasarkan Data hasil pengujian yang telah dilakukan penelitian ini dapat di ambil kesimpulan bahwa nilai kekasaran yang dihasilkan oleh pahat HSS dengan sudut potong dan sudut bebas 22° , 13° , 6° , dan 6° ternyata menghasilkan nilai kekasaran yang lebih kecil atau lebih halus dibandingkan pahat dengan sudut lain yang telah dicobakan. Menurut penelitian ini pahat bubut HSS dengan sudut 22° , 13° , 6° , dan 6° dapat dijadikan acuan untuk pemakaian dalam pembubutan bahan dari baja karbon sedang.
3. Trisno Permadi (2006). Efek Kedalaman Pemotongan Dengan Menggunakan Pahat Bubut HSS Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Pada Material Baja S45C. Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut: Harga kekasaran rata-rata terendah (R_a) terendah yaitu $2,18 \mu m$ apabila dikonversikan pada kisaran nilai kekasaran terendah yaitu N7 dapat diperoleh pada kondisi pemotongan 0,3 mm. Harga kekasaran rata-rata sedang (R_a) sedang yaitu $2,80 \mu m$ apabila dikonversikan pada kisaran nilai kekasaran sedang yaitu N8 dapat diperoleh pada kondisi pemotongan 0,5 mm. Harga kekasaran permukaan (R_a) tertinggi yaitu $3,63 \mu m$ apabila dikonversikan

pada kisaran nilai tingkat kekasaran paling tinggi yaitu N8 dapat diperoleh pada kondisi pemotongan 1 mm. Hasil pembubutan dapat di pergunakan untuk penerapan suaian longgar. Hasil pembubutan masuk kategori suaian longgar yang berdiameter > 18 mm sampai 30 mm pada h6 dengan nilai penyimpangan atas 0, penyimpangan bawah $- 13$ dan h7 dengan nilai penyimpangan atas 0, penyimpangan bawah $- 21$.

H. Kerangka Berfikir

Dalam pembuatan Tirus ada tiga macam metode pembubutan yaitu dengan metode memiringkan eretan atas, dengan menggeser kepala lepas, serta menggunakan *taper attachment*. Metode pembubutan tirus sangat penting diketahui oleh operator karena masing-masing metode yang digunakan memiliki kelebihan dan kekurangannya, kemudian yang tak bisa lepas dari semua itu peran pahat dan sudut pahat serta benda kerja yang kita gunakan.

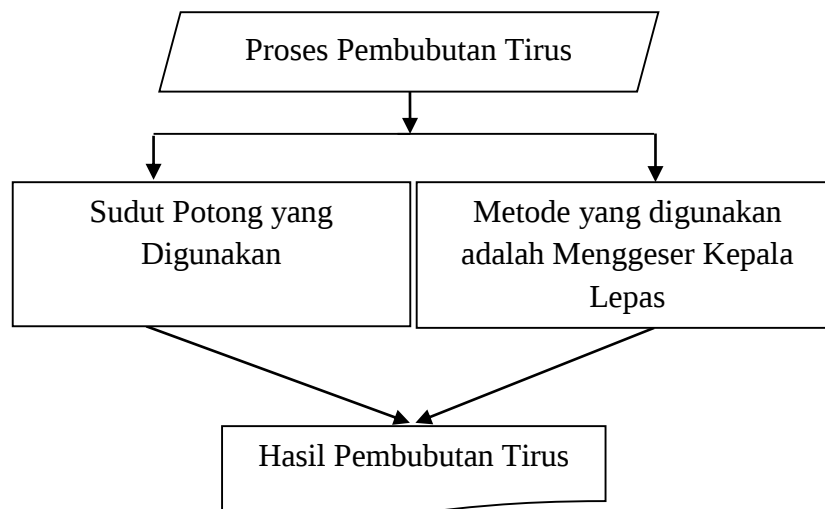
Oleh karena itu peneliti berkeinginan melihat perbedaan kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus menggunakan metode menggeser kepala lepas dengan variasi sudut potong pada baja karbon rendah. Berdasarkan teori yang telah di jelaskan sebelumnya, maka pada penelitian ini menggunakan 3 buah pahat dengan sudut-sudut pahat yang sama dengan referensi teori dan dibedakan pada sudut potong pahat dengan sudut pahat pertama sama dengan referensi teori yang telah dibahas, kemudian pahat lainnya yang akan dibedakan pada sudut potongnya maka akan dilihat hasil kekasaran yang peroleh nantinya saat melakukan percobaan.

Sudut potong utama dan sudut potong minor yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- 1.) Pahat 1 dengan sudut potong utama dan minor = 70° dan 20°
- 2.) Pahat 2 dengan sudut potong utama dan minor = 85° dan 22°
- 3.) Pahat 3 dengan sudut potong utama dan minor = 63° dan 23°

Satu buah pahat dengan variasi sudut yang berbeda digunakan untuk melakukan pembubutan tirus baja karbon rendah sebanyak 3 buah spesimen dengan jumlah spesimen keseluruhan yaitu 9 buah spesimen.

Untuk lebih jelasnya penelitian ini, maka peneliti menggambarkan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 17. Kerangka Berfikir

I. Pertanyaan Penelitian

Adapun yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

3. Apakah terdapat perbedaan kekasaran permukaan tirus menggunakan metode kepala lepas dengan variasi sudut potong?
4. Apakah terdapat perbedaan kekasaran permukaan dengan menggunakan sudut potong pahat yang bervariasi?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian dan hasil penelitian kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus dengan variasi sudut potong pahat pada baja karbon rendah yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan telah dibuktikan, ternyata terdapat perbedaan kekasaran permukaan hasil pembubutan tirus menggunakan metode kepala lepas dengan variasi sudut potong pahat yang telah digunakan namun masih dalam rentang kelas kekasaran yang sama yaitunya N9.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ternyata sudut potong 85° dan 63° lebih baik digunakan karena menghasilkan permukaan yang halus dibandingkan dengan menggunakan sudut potong 70° pada proses pembubutan tirus.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dapat di berikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya mengenai perbedaan hasil pembubutan tirus dengan variasi sudut potong pahat HSS diharapkan memperbanyak variasi sudut-sudut pahat yang digunakan agar lebih akurat serta diharapkan menggunakan mesin yang betul-betul baik kondisinya dan jika perlu diperbaiki dulu baru dilakukan percobaan dengan mesin tersebut dikarenakan akan mempengaruhi sekali terhadap hasil penelitian yang dilakukan.
2. Untuk lebih sempurnanya hasil penelitian bagi para peneliti selanjutnya dalam meneliti kekasaran permukaan hasil pembubutan menggunakan pahat HSS gunakanlah geometri pahat lainnya pada proses pembubutan baja karbon rendah seperti memvariasikan sudut miring dan radius pahat serta gunakanlah parameter pemotongan yang berbeda juga agar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan lebih baik lagi dan juga untuk analisis data supaya dapat menggunakan Statistik agar lebih akurat.